



תכנית מס' 631-0724658

נספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז

מתקן פוטו וולטאי - איתן



עדכון מאי 2021

מאי 2020

עורכי המסמך:

הידרולוגיה ומיפוי - רז סטודני, יעקב פרויס

גיאוטבע ייעוץ סביבתי בע"מ



תוכן עניינים

3.....	מבוא	1
4.....	רקע	2
4.....	תיאור מתקן פוטו וולטאי	2.1
5.....	תיאור הסביבה (טופוגרפיה, שיפועים, קרקעות)	2.2
6.....	שימושי וייעודי קרקע	2.3
6.....	שימושי קרקע	2.3.1
6.....	ייעודי הקרקע	2.3.2
8.....	מערכת הנחלים	2.4
8.....	נחלים לפי תמ"א 1	2.4.1
8.....	ספיקות מים	2.4.2
8.....	סקירת הצפות קודמות	2.4.3
8.....	הידרולוגיה	3
8.....	עובי גשם	3.1
9.....	שיטות לחישוב ספיקות באגנים קטנים	3.2
10.....	מערכת ניקוז בקרבת התכנית	3.3
13.....	חישוב ספיקות התכן	3.4
14.....	חישוב נפח הנגר	3.5
16.....	תכנית ניקוז למתקן פוטו וולטאי	4
16.....	מערכת ניקוז מוצעת בתחום המתקן	4.1
18.....	השפעת כיסוי צמחי על נגר וסחף קרקע	4.2
20.....	אמצעים להשהיית נגר	4.3
21.....	השפעת התכנית על ספיקה ונפח הנגר	4.4
21.....	פרטים עקרוניים למתקני שימור וניקוז	4.5
23.....	אמצעים למניעת נזקים	5
23.....	תיאור האמצעים להגברת חלחול	5.1
23.....	פירוט השינויים	5.2
24.....	סיכום	6
25.....	הוראות התכנית	7
26.....	מקורות מידע	8
27.....	נספחים	9

1 מבוא



מתקן פוטו וולטאי – איתן מתוכנן בשטח של כ-146 דונם להספק מרבי של כ-10 מגה וואט AC. מיקום התכנית הוא בשטחי המשבצת החקלאית של מושב איתן, מערבית לכביש 40 והיישוב שלוה (איור 1). התכנית ממקמת בשטח רשות הניקוז שורק-לכיש בצמוד לגבול עם רשות הניקוז שקמה-בשור.



מסמך זה נכתב ע"י הנחיות להכנת נספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז (נספח 4) ומהווה נספח ניקוז לתכנית זו הכולל התייחסות לנושאים הבאים:

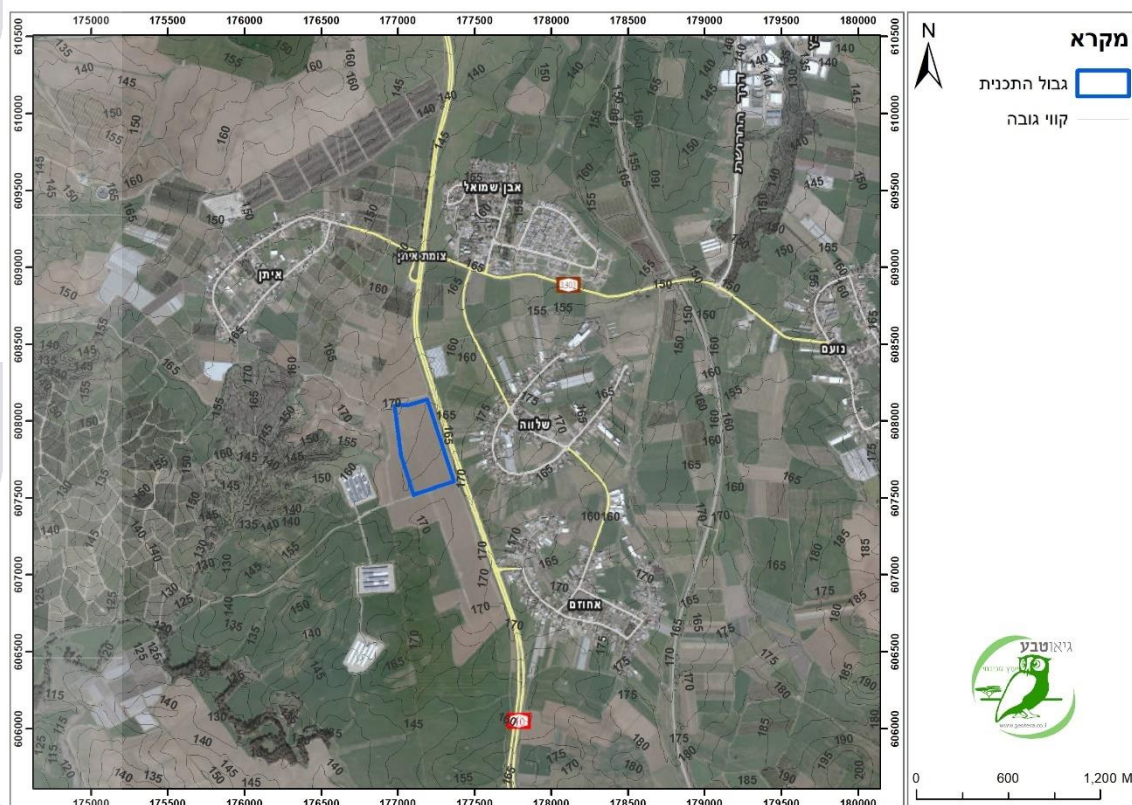
- מיקום התכנית ביחס לערוצי הנחלים כפי שמוגדרים בתמ"א 1 וניתוח תפקוד מערך הניקוז הקיים.
- טיפול במי נגר, שמקורו מחוץ לשטח התכנית.
- טיפול במי נגר, שמקורו בתחום התכנית, וכולל פתרונות ריסון וחלחול נגר.
- התייחסות לנושאים של שימור נגר.
- ניתוח השפעה אפשרית של התכנית על המערכת ההידרולוגית הקרובה ולהיפך - השפעת הסביבה על אזור התוכנית.



מטרת תכנית הניקוז הינה לצמצם נזקים, מטרדים והצפות לא מבוקרות בשטח התכנית. כמו כן, השהיית נגר על מנת לעודד חלחול ובכך למנוע נזקים של סחיפת קרקעות.



איור 1 - מפת התמצאות



2 רקע

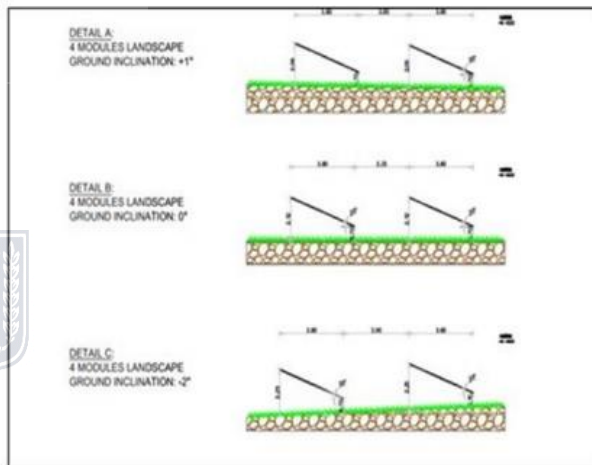
2.1 תיאור מתקן פוטו וולטאי

המושב איתן יחד עם חברת אי.די.אף. אנרגיות מתחדשות ישראל בע"מ, יוזמים פרויקט להפקת אנרגיה פוטו וולטאית. המתקן מתוכנן להספק מרבי של כ-10 מגה וואט AC. שטח התכנית הינו שטח חקלאי פתוח, ושטח המתקן הפוטו וולטאי הוא כ-146 דונם. המתקן יורכב מפאנלים קרקעיים מקובעים (Fixed) או מפאנלים במערכת עקיבה המסוגלים לעקוב אחר תנועת השמש (איור 2). כל פאנל פוטו וולטאי מורכב ממודולים בגודל של כ-2 מ"ר ובהספק של כ-360W כל אחד. במידה ויעשה שימוש בפאנלים פוטו וולטאים מקובעים, הפאנלים יורכבו על קונסטרוקציית מתכת מגולוונת בזווית של כ-25° ובאזימוט של 180 מעלות לכיוון דרום, כאשר הם מסודרים בשורות בכיוון מזרח-מערב. לעומת זאת, פאנלים במערכת עקיבה יסודרו בשורות בכיוון צפון-דרום. קונסטרוקציית המתכת תעוגן בקרקע באמצעות נעיצת יתדות לעומק של כ-2 מ', בהתאם למסקנות סקר הקרקע. נעיצת מוטות פלדה בקרקע תאפשר התאמה לטופוגרפיה המקומית, במינימום עבודות חישוב קרקע ככל הניתן. בין השורות ישמר מרווח של כ-3 מ' למניעת הצללה הדדית בין הפאנלים.

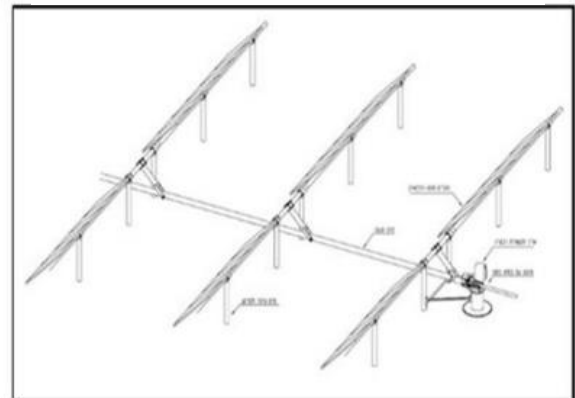


איור 2 - חתך טיפוסי של (א) פאנלים עם מערכת עקיבה, (ב) פאנלים מקובעים

ב. פאנלים פוטו-וולטאים קרקעיים מקובעים (Fixed)



א. מערכת טראקרים של פאנלים פוטו-וולטאים



עומק הטמנת תשתית חשמל הוא לפחות 80 ס"מ, על פי חוק החשמל. בעת התכנון המפורט תיבחן אפשרות לניקוי הפאנלים בטכנולוגיה יבשה באמצעות רובוטים המותקנים על גבי הקונסטרוקציה של הפאנלים. במידה ולבסוף תיבחר שיטה של שטיפה, זו תבוצע עפ"י הצורך, בין 4-5 פעמים בשנה. כל עבודות תחזוקה תבוצענה ע"י רכבים קלים.



2.2 תיאור הסביבה (טופוגרפיה, שיפועים, קרקעות)

שטח התכנית נמצא בשטחים החקלאיים שמדרום למושב איתן בדרום השפלה. הרום הטופוגרפי של פני השטח נע בין 165-170 מטר מעל פני הים. השיפוע בשטח המתקן נע בין 1.9% ל-2.6% לכיוון מרכז שטח התכנית. הקרקע בשטח המתקן משתייכת לחבורת הקרקע K2 (ע"פ מפת חבורות הקרקע של יואל דן), שמגדירה את קרקעות אלו כחומות-כהות גרומוסוליות. מרקם הקרקע מורכב מחמרה, חמרה אבקית, חמרה טיט, חמרה טיט חולים וקרקעות לס. עומק הקרקע מוגדר כעמוק מאוד (גדול מ-1 מטר). הקרקעות מוגדרות כבעלות סיכון בינוני לסחיפת קרקע, עם מקדם נגר של 0.5 האופייני לקרקע K2 (נספח 3).



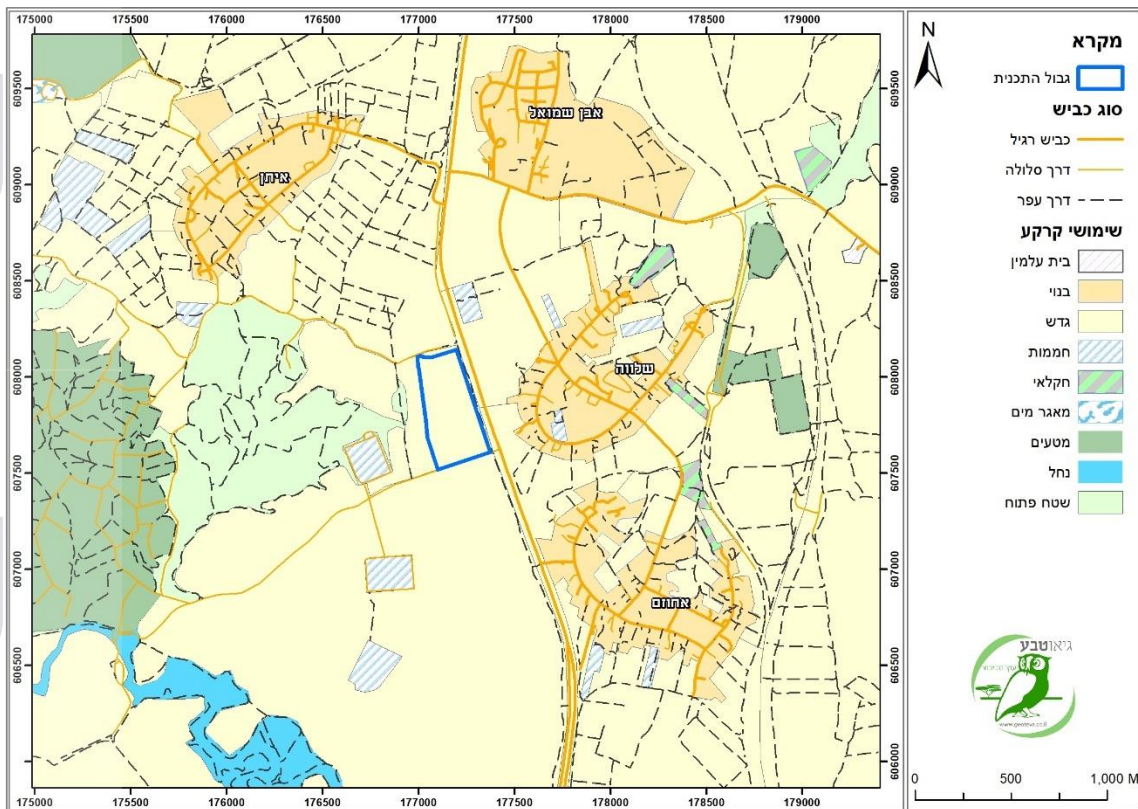


2.3 שימושי ויעודי קרקע

2.3.1 שימושי קרקע

שימוש הקרקע בשטח התכנית הינו גידולי שדה (איור 3).

איור 3 - גבול התכנית על רקע מפת שימושי קרקע



2.3.2 ייעודי הקרקע

2.3.2.1 תכניות מתאר ארציות

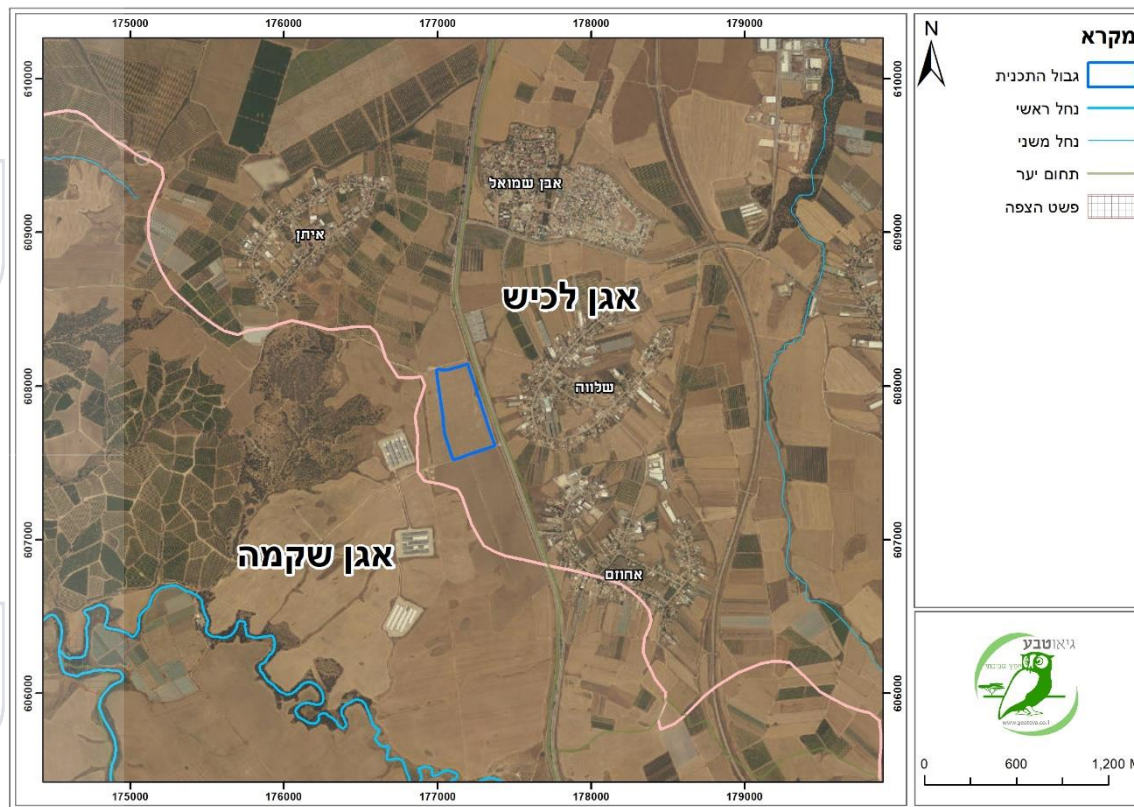
תמ"א 1 - היבטים סביבתיים.

- נחלים – נחל אדוריים מוגדר כנחל ראשי, עובר כ-1,600 מטר דרום-מערבית לתכנית. נחל שלוה עובר כ-1,800 מ' מזרחית לתכנית ומוגדר כנחל משני (איור 4). שטח התכנית אינו נמצא בתחום ההשפעה של נחלים ראשיים ומשניים המוגדרים בתמ"א זו
- יערות – שטח התכנית נמצא במרחק של כ-600 מטר מזרחית ליער נטע אדם "איתן".
- קו גז – שטח התכנית נמצא במרחק של כ-140 מטר מזרחית לתוואי הולכת גז.
- דרכים – שטח התכנית נמצא במרחק של כ-40 מטר מערבית לתוואי דרך ראשית, כביש מס' 40.



- דלק - שטח התכנית נמצא במרחק של כ-120 מטר מזרחית לקו תש"ן.
- מי תהום - התכנית ממוקמת בשטח בעל חשיבות בינונית להחדרה והעשרה של מי תהום.

איור 4 - שטח התכנית על רקע תמ"א 34/ב'3



תמ"א 35/1:

- מרקמים: התכנית נמצאת במרקם שמור משולב.
- סביבה: חלקה הדרום-מערבי של התכנית נכנס לתחום המוגדר כבעל רגישות נופית סביבתית גבוהה.
- משאבי מים: התכנית אינה ממוקמת בתחום שימור משאבי מים.
- שטחי אש: התכנית אינה מצויה בשטח אש.
- מסדרונות אקולוגיים: עפ"י התמ"א, ישנו מסדרון אקולוגי העובר כ-3,000 מ' דרום-מערבית לתכנית.
- מכלולי נוף: אין חפיפה בין שטח התכנית לבין תחומי מכלול נופי.



2.3.2.2 תכנית מתאר מקומיות ומפורטות

תכנית 18/224/02/34: תכנית להקמת אתר פסולת יבשה לשימוש יישובי חבל לכיש בצמידות לתכנית ממערב.





2.4 מערכת הנחלים

2.4.1 נחלים לפי תמ"א 1

שטח התכנית נמצא באגן הניקוז של נחל שלוה, שהינו תת אגן של נחל לכיש המרוחק כ-6,300 מ' צפונית לתכנית. נחל שלוה מוגדר כנחל משני ועובר כ-1,800 מ' מזרחית לתכנית (איור 4). נחל אדוריים מוגדר כנחל ראשי ונמצא במרחק של כ-1,600 מ' מערבית לתכנית.



תחום ההשפעה של נחל משני כ-50 מ' מגדת הנחל, בעוד שתחום ההשפעה של נחל ראשי מוגדר כ-100 מ' מגדת הנחל. כלומר, שטח התכנית אינו נמצא בתחום ההשפעה של נחל שלוה או אדוריים. ייתכן ויישום התכנית ישפיע על ספיקות המים בנחל שלוה, מכיוון שהניקוז הטבעי הוא לכיוון נחל זה.

2.4.2 ספיקות מים

שטח התכנית אינו נמצא בסמוך לערוצי נחלים עם מדידות של ספיקות מים מתחנות הידרומטריות המייצגות את הזרימה בנחלים.



2.4.3 סקירת הצפות קודמות

לא קיימים נתונים לגבי הצפות באזור התכנית. שטח התכנית נמצא על גבעה בסמוך לגבול פרשת המים בין 2 אגני ניקוז, לכיש ושקמה, אך אינו סמוך לערוצי נחלים ולכן לא צפוי לסבול מהצפות.



3 הידרולוגיה

3.1 עובי גשם

עובי הגשם נדרש על מנת להגדיר את נפח המים המתקבל בשטח התכנית במצב הקיים ולאחר בניית המתקן. נתוני עובי גשם עבור התחנות המטאורולוגיות ברדיוס של 10 ק"מ מתחום התכנית מוצגים בטבלה 1. כ-68% מהגשמים באזור זה יורדים בחודשי החורף, השאר בחודשי הסתיו והאביב עם 16%-15% בכל עונה, בהתאמה.





טבלה 1 - עובי גשם חודשי ממוצע לתקופה 1980-2010 (נתוני השירות המטאורולוגי)

ממוצע חודשי של כמות גשם (מ"מ)											מרחק (ק"מ)	תחנה
שנתי	5	4	3	2	1	12	11	10	9	חודש		
359	2.1	9	48	80	96	70	45	14	0.1	עובי גשם (מ"מ)	8.5	רוחמה

- בתחנה זו יש בממוצע 3 ימים בשנה בו עובי הגשם המדוד הוא מעל 25 מ"מ, ו-0 ימים עם עובי גשם מדוד מעל 50 מ"מ.



3.2 שיטות לחישוב ספיקות באגנים קטנים

ספיקות השיא חושבו באמצעות שימוש בנוסחה הרציונלית לפי השיטה המוצגת בדו"ח המסכם של פרויקט "עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמת גשם תכן כפרמטר בסיסי לתכנון ניקוז מערכות תחבורה" שהוכן על ידי רפי הלוי ושמואל ארבל עבור חברת נתיבי ישראל במרץ 2016. ספיקות שיא (Q) באגנים קטנים (עד 2.0 קמ"ר) חושבו בעזרת הנוסחה הרציונלית:

$$Q = CIA/3.6$$

A – שטח אגן הניקוז, קמ"ר

I – עוצמת גשם, מ"מ/שעה, מחושב לפי זמן ריכוז

C – מקדם ספיקה



עוצמות הגשם חושבו לפי השיטה של החברה לנתיבי ישראל (רפי הלוי, שמואל ארבל, עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל, דו"ח מסכם, 2016). בהתאם למפה המחלקת את ישראל לאזורים אקלימיים, התכנית נמצאת באזור 7, שפלת שומרון ויהודה. את עוצמת הגשם בהסתברות 1% באזור זה ניתן לחשב לפי הנוסחה הבאה:

$$I_{1\%} = 629.16 * T^{-0.567}$$

$I_{1\%}$ - עוצמת הגשם בהסתברות 1%

T - משך זמן ריכוז (דקות)



זמן ריכוז ניתן לחשב לפי הנוסחה הבאה:

$$T_c = 5.4 * L^{0.75} * S^{-0.375}$$





L - אורך האפיק (ק"מ), S - שיפוע ממוצע של האפיק המחושב בין שתי נקודות (0.1 ו-0.85) בחתך האורך של האפיק.

זמן הריכוז המינימלי המקובל לחישוב עוצמת הגשם הוא 10 דקות.

עוצמת הגשם המוצבת בנוסחה הינה עבור ספיקת תכן בהסתברות של 1%, כאשר מקדם הספיקה מחושב עפ"י מאפייני הקרקע; סוג קרקע, שיפועים ושימושי קרקע (נספח 1, נספח 3). על מנת לחשב ספיקת שיא בהסתברויות אחרות, נעשה שימוש במקדמי מעבר מספיקה בהסתברות 1% להסתברויות אחרות. מקדמי המעבר מתאימים לקרקעות חקלאיות בשיפועים גדולים מ-1% (נספח 2).



3.3 מערכת ניקוז בקרבת התכנית

שטח התכנית נמצא בין שטחים חקלאיים הממוקמים דרומית ליישוב איתן ומערבית ליישוב שלווה. כמו כן, התכנית נמצאת באגן הניקוז של נחל שלווה, בצמוד לגבול עם אגן הניקוז נחל אדוריים. שטח התכנית מתנקז באמצעות ערוץ מים טבעי (ללא שם) או בזרימה משטחית מזרחה לכיוון תעלת הניקוז של כביש 40 ומעביר המים שמתחתיו. התעלה ממשיכה כערוץ נחל פתוח בין השדות החקלאיים שממזרח לתכנית, עד לחיבור עם נחל שלווה בסמיכות ליישובים נועם ואבן-שמואל. מיפוי וניתוח אגני המשנה ומערכת הניקוז במצב הקיים באיור 6.



להלן פירוט אגני הניקוז בשטח המתקן ובסביבתו (סיכום תמציתי מוצג בטבלה 2):

אגן A – שטחו של האגן כ-131 דונם אשר מאופיינים בזרימה משטחית מזרחה אל ערוץ המים הטבעי שבמרכז האגן, המנקז את הנגר לכיוון צפון-מזרח (איור 5, א'). לאורך הגבול המזרחי של התכנית ישנה סוללת עפר וצמחים שקטנה בנקודת המפגש עם ערוץ המים הטבעי בכדי לאפשר זרימת נגר לתעלת הניקוז הקיימת בצמוד לכביש 40 מזרחית לתכנית (איור 5, ב'). תעלת הניקוז ממשיכה צפונה ומתחברת למעביר המים שמתחת לכביש 40 (איור 5, ג'). מעביר המים מנתב את הנגר מזרחה לכיוון נחל שלווה, מעביר המים חסום ע"י קרקע שנסחפה ופסולת (איור 5, ד').



אגן A1 – שטחו של האגן כ-56 דונם המאופיינים בזרימה משטחית לכיוון מזרח, אל שטח התכנית (אגן A).

אגן B – שטחו של האגן כ-16 דונם המאופיינים בזרימה משטחית לכיוון דרום-מזרח, אל הגבול המזרחי של התכנית.



אגן B1 – שטחו של האגן כ-6 דונם המאופיינים בזרימה משטחית לכיוון דרום-מזרח, אל אגן B.

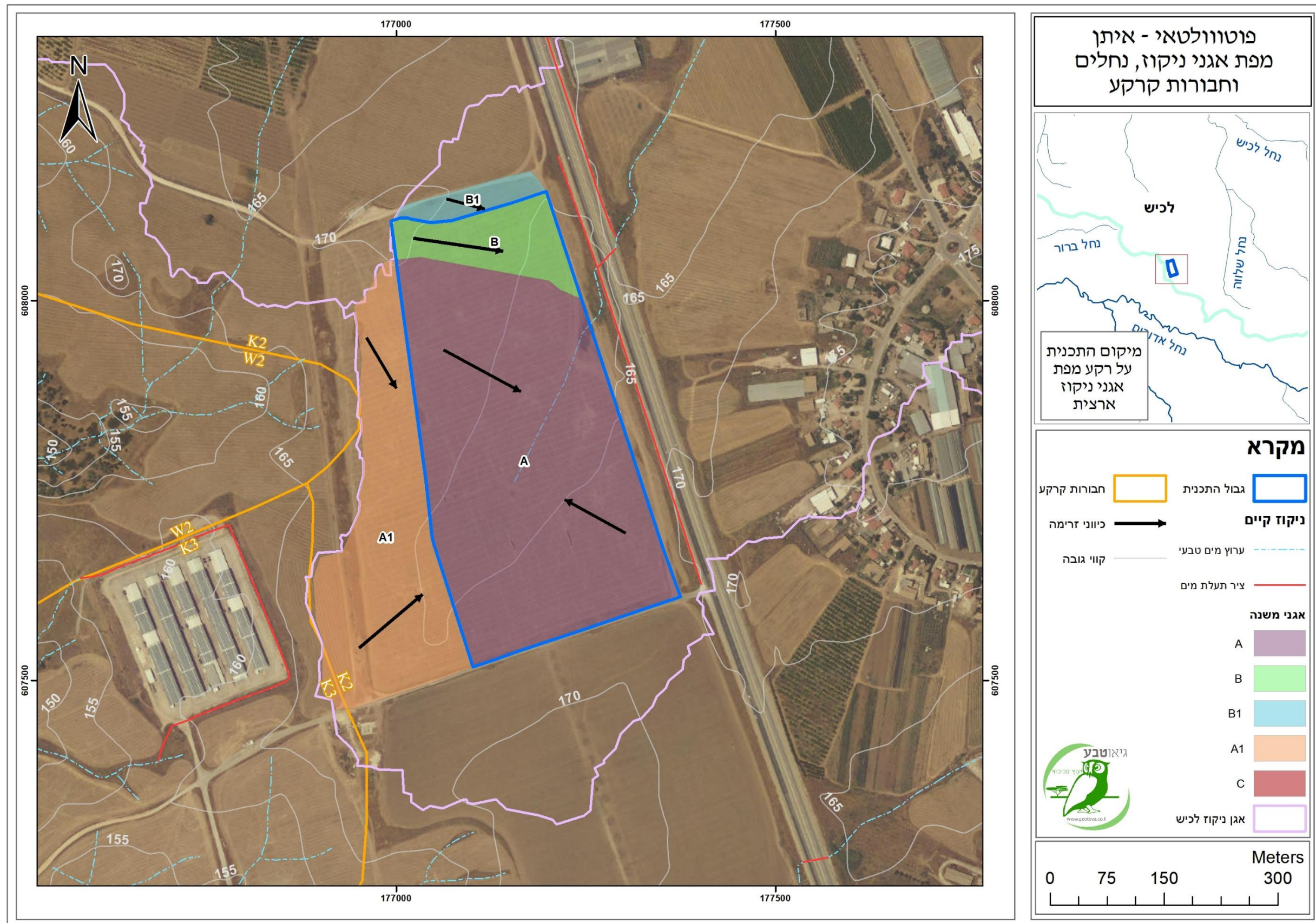
איור 5 – שטח התכנית וסביבתה (ערוץ מים טבעי מסומן בקו לבן)



טבלה 2 - אגני ניקוז בקרבת ובתחום המתקן

אגן	שטח (קמ"ר)	אורך אפיק הניקוז (ק"מ)	זמן ריכוז (דק')	תיאור האגן	אזור מוצא
A	0.13	0.48	10	בשטח התכנית, מתנקז לכיוון צפון-מזרח אל ערוץ מים טבעי ובזרימה משטחית	ערוץ מים טבעי וזרימה משטחית
A1	0.06	0.24	10	שטח חיצוני לתכנית, מתנקז לגבול המערבי של אגן A	זרימה משטחית
B	0.02	0.26	10	בשטח התכנית, מתנקז באופן משטחי לגבול המזרחי של התכנית	זרימה משטחית
B1	0.01	0.07	10	שטח חיצוני לתכנית, מתנקז באופן משטחי לגבול הצפוני של אגן B	זרימה משטחית

איור 6 - מערכת הניקוז הקיימת באזור התכנית



3.4 חישוב ספיקות התכן

במצב המתוכנן שטח הפאנלים יכסה כ-50% מהשטח, לשטח זה מחושב מקדם ספיקה של 1 ולשאר השטח בהתאם לסוג הקרקע בו האגן נמצא. מטרת תכנית הניקוז היא לרסן את הספיקות המתקבלות מהשטח וכן לצמצם את כמות הנגר המתקבלת משטח זה, ועל כן יש להניח שהספיקה שתתקבל תהיה נמוכה יותר במידה ויישמו אמצעים אלו. עבור נקודות היציאה חושבה ספיקת התכן בהסתברויות שונות במצב הקיים ובמצב המתוכנן (טבלה 3). מתקני הניקוז בשטח המתקן, יתוכננו לספיקה בהסתברות 5% וזאת מכיוון שמדובר במתקן הנדסי ללא נוכחות קבועה של אנשים.

במידה ויש אגנים שבשטחם הקרקעות בעלות שני מקדמי ספיקה או יותר, מקדם הספיקה המשוקלל יחושב עפ"י שטחו היחסי.

טבלה 3 - חישוב ספיקת שיא בתחום התכנית

מס' אגן	שטח אגן הניקוז (קמ"ר)	זמן ריכוז (דק')	עוצמת גשם (מ"מ/שעה)	מקדם ספיקה משוקלל (מקדם נגר)	ספיקת שיא (מ"ק/שניה)
			1%	10% 5% 2% 1%	
מצב קיים					
A	0.13	10	171	0.50	3.11
A1	0.06	10	171	0.50	1.34
B	0.02	10	171	0.50	0.38
B1	0.01	10	171	0.50	0.15
מצב מתוכנן					
A	0.13	10	152	0.75	4.15
A1	0.06	10	152	0.50	1.19
B	0.02	10	152	0.75	0.51
B1	0.01	10	152	0.50	0.13

3.5 חישוב נפח הנגר

נפח הנגר חושב עבור השטחים המתנקזים אל נקודת היציאה משטח התכנית באירוע בהסתברות של 5% (טבלה 4).

שיטה מקובלת להערכת נפח הזרימה בשיטפון היא הערכה של נפח הנגר ביחס לספיקת השיא באירוע, על-פי הנוסחה הבאה:

$$V = \frac{3T * Q * 60}{2}$$

V- נפח הנגר (מ"ק)

T- זמן ריכוז (דק')

Q- ספיקת שיא (מ"ק/שניה)

בבסיס נוסחה זו הנחה כי הזמן שעובר מתחילת עליית מפלס הזרימה עד לספיקת השיא דומה לזמן הריכוז. והזמן עד שהזרימה נפסקת הוא כפול מזמן הריכוז (סה"כ 3 פעמים זמן הריכוז). על מנת לחשב את שטחו של ההידרוגרף שמתקבל מהספיקה נעשה לו קירוב לצורת משולש, מה שמאפשר חישוב נפח הזרימה ע"י חלוקה ב-2 והכפלה ב-60 (המרת יחידות).



טבלה 4 - חישוב נפח הנגר לשימור במצב הקיים ולאחר הקמת הפאנלים בשטח התכנית

אגן	זמן ריכוז (דק')	ספיקת שיא (מ"ק/שניה)	נפח הנגר (מ"ק)
מצב קיים			
A	10	1.40	1258
A1	10	0.60	541
B	10	0.17	154
B1	10	0.07	61
סה"כ נפח הנגר במצב הקיים			
2014			
מצב מתוכנן			
A	10	1.87	1680
A1	10	0.53	481
B	10	0.23	206
B1	10	0.06	54
סה"כ נפח הנגר במצב המתוכנן			
2421			
סה"כ תוספת הנגר עקב יישום התכנית			
407			

מקדם הספיקה המשוקלל בתחום התכנית במצב הקיים הינו 0.5, והוא צפוי לעלות ל-0.75 עם יישום התכנית. בשטחים שמחוץ לתחום התכנית, אין שינוי במקדם הספיקה המשוקלל שנשאר 0.5. בממוצע, תוספת הנגר הצפויה להתקבל היא כ-407 מ"ק כתוצאה מיישום התכנית, באירוע בעל הסתברות חזרה של 5%.

ע"פ הנחיית רשות הניקוז, יש לתכנן מערכת שימור נגר לפי מפתח של 20 קוב לדונם. כלומר עבור שטח התכנית (146 דונם) מדובר על שימור נגר בנפח של כ-2,920 מ"ק.



4 תכנית ניקוז למתקן פוטו וולטאי

תכנית הניקוז למתקן פוטו וולטאי איתן מורכבת מהחלקים הבאים:

- הצעה למערכת ניהול נגר בתחום התכנית.
- בחינת ההשפעה של התכנית המוצעת על הספיקה היוצאת ונפח הנגר היוצא מהתכנית.
- הצעה לפעילות שימור נגר על מנת למתן את השפעת התכנית על מערכת הניקוז במורד.



4.1 מערכת ניקוז מוצעת בתחום המתקן

תכנון מערכת הניקוז מתחשב בשימור נפחי המים הקיימים הנכנסים למערכת הנחלית ומניעת כניסת נגר באנרגיה גבוהה לשטחים סמוכים, תוך עידוד חלחול מים בשטח המתקן. בהתחשב בשיפועים של השטח, מומלץ ליישם מספר שיטות שמטרתן לעודד חלחול של גשם אל הקרקע ומניעה של סחיפת קרקע, ובכך לרסן את השפעת המתקן על הספיקות ונפחי הנגר (איור 7 ו-8).



הצעות כלליות

- מומלץ לעודד כיסוי צמחי בכל השטחים הפתוחים של המתקן. הצמחייה משפרת את יכולת החידור של הקרקע ובכך תורמת להחדרה של מי נגר. בנוסף היא מעלה את החספוס של פני השטח ובכך מגדילה את זמן הריכוז ותורמת למיתון ספיקות השיא. בנוסף, הצמחייה שומרת על הקרקע מפני סחיפה. הרחבה על תרומת הכיסוי הצמחי בסעיף 4.2.



- יש לשמר את ערוץ הניקוז הטבעי העובר בשטח התכנית ולייצב אותו באמצעות צמחייה. הצמחייה תורמת לייצוב הקרקע ומצמצמת את סחיפתה, וכן מקטינה את אנרגיית הנגר.
- מומלץ להוסיף אמצעי להשהיית נגר ביציאתו משטח המתקן על מנת להקטין את אנרגיית הזרימה במוצא וכן לאפשר איגום זמני וחדידור של מים לתת הקרקע. שטח השהייה תורם להפחתת העומס ממערכות הניקוז האזוריות ומאפשר חלחול למי התהום.
- מומלץ להוסיף אמצעים לריסון אנרגיית הנגר ביציאה משטח המתקן, על מנת להקטין את אנרגיית הזרימה, לצמצם התחתרויות בקרקע, ולמתן את מהירות הזרימה במורד.
- יש לוודא שמעביר המים שמזרחית לתכנית מתחת לכביש 40 אינו חסום ע"י צמחייה, סחופת או פסולת ומאפשר זרימת נגר.



- יש להוסיף מעביר אירי בנקודת המפגש בין הדרך ההיקפית של המתקן לבין נקודת המוצא, זאת בכדי לאפשר מעבר חופשי של נגר.



- מומלץ להוסיף גודדיות בשטחים שבהם שיפוע המדרונות גדול יחסית לשאר שטחי התכנית. הגודדיות מאפשרות שימור נגר וקיטוע של המדרון, ובכך מקטינות את אנרגיית הנגר העלול לגרום לסחיפת קרקע.

הצעות פרטניות



- **אגן A** – מתנקז מזרחה לכיוון ערוץ מים טבעי החוצה את האגן מדרום-מערב לצפון-מזרח. יש לשמר את ערוץ המים הטבעי ולאפשר את המשך הזרימה המשטחית של הנגר מזרחה לכיוון תעלת הניקוז שלאורך כביש 40. יש להוסיף שטח להשהיית נגר בסוף ערוץ המים הטבעי לפני יציאת הנגר מנקודת מוצא 1, זאת על מנת לעודד חלחול של נגר בשטח התכנית. מומלץ כי שטח ההשהייה יהיה בגודל של כ-1,000 מ"ר (כפי שמתואר בתשריט) עם עומק של כ-0.4 מ'. שטח במימדים אלו, יחד עם שאר האמצעים המומלצים להשהיית נגר, יספקו פתרון להשהייה וחלחול של נגר בנפח המתוכנן (כ-409 מ"ק). בנקודת מוצא 1 יש להוסיף מעביר אירי הכולל בסופו אמצעי לריסון אנרגיית נגר, זאת על מנת שיתאפשר מעבר חופשי של נגר במפגש עם הדרך ההיקפית המתוכננת תוך צמצום התחרות בקרקע. כמו כן, מומלץ להוסיף גודדיות בשטח התכנית על מנת להפחית את אנרגיית הנגר וסחיפת הקרקע שעלולים להיווצר בגלל שיפועי המדרון. ההמלצה כוללת שני שטחים של גודדיות, שטח אחד בקצה הדרום-מזרחי של האגן בגודל של כ-4.5 דונם, ושטח שני בקצה הצפון-מערבי של האגן, בגודל של כ-5.5 דונם.

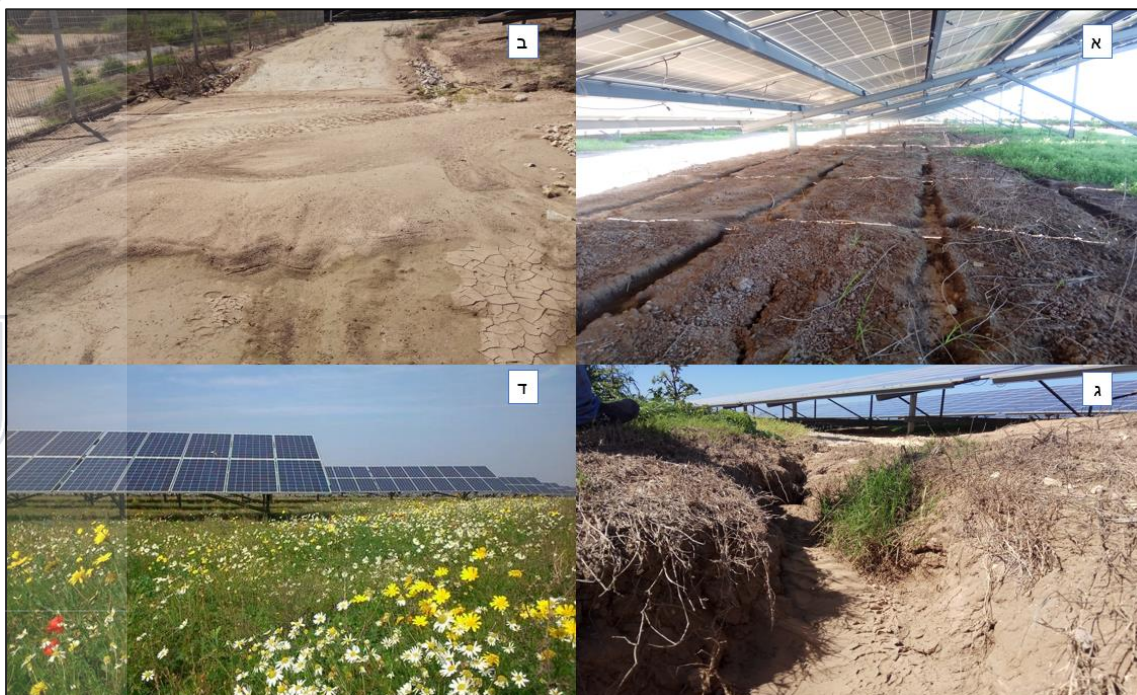


- **אגן A1** – מתנקז בזרימה משטחית אל אגן A. יש להמשיך ולאפשר את זרימת הנגר אל שטח התכנית מאגן זה.
- **אגן B** – מתנקז בזרימה משטחית לכיוון דרום-מזרח, אל הגבול המזרחי של האגן. יש לאפשר את המשך זרימת הנגר מאגן זה.
- **אגן B1** – מתנקז בזרימה משטחית לכיוון דרום-מזרח אל אגן B. יש להמשיך ולאפשר את זרימת הנגר אל שטח התכנית מאגן זה.





איור 7 - (א) התחתרויות עמוקות במקביל לרווחים שבין הפאנלים, (ב) הערמות סחף במעברים אירים בגובה 30 ס"מ, (ג) התפתחות של ערוצונים עמוקים, (ד) דוגמה ליישום צמחייה בשטח מתקן פוטו-וולטאי



4.2 השפעת כיסוי צמחי על נגר וסחף קרקע

תהליך של סחף קרקע מתרחש לעתים קרובות בקרקעות חשופות מצמחייה או חיפוי קרקע אחר (Lieskovský and Kenderessy, 2014). טיפות המים בזמן פגיעתן בקרקע מפרות את תליך הקרקע ומסיעות אותו בכיוון השיפוע. בצורה זו, נערכות החרסיות בקרקע בשכבת הקרקע העליונה ומייצרות קרום קרקע בעל מוליכות הידראולית נמוכה (Assouline, 2004). תהליך

טיפות המים מפרות את תליך הקרקע ויוצרות קרום קרקע



איטום הקרקע מורכב מגורמים שונים התלויים בעצמת הגשם ומשכו, פיסיקה של הקרקע, כימיה של הקרקע, טופוגרפיה ועוד. היווצרות קרום קרקע והפחתת החידור של מי גשמים לתת הקרקע מגדילים משמעותית התפתחות של נגר עילי (Assouline, 2004). תופעה זו צפויה להתגבר במתקנים סולאריים בשל ריכוז טיפות הגשם בחלקו התחתון של הפאנל. כתוצאה מכך, עוצמת הגשם גדלה ויחס חלחול/נגר פוחת. תופעת סחף קרקע בולטת גם בגידולי שדה שבקרקעות חקלאיות החשופות בתחילת עונת הגשם. אשל ואגוזי (2013) מדדו איבוד קרקע בקצב של 4-7 מ"מ בשנה בגידולים חקלאיים קונבנציונאליים ובאקלים ים-תיכוני בישראל. נתונים

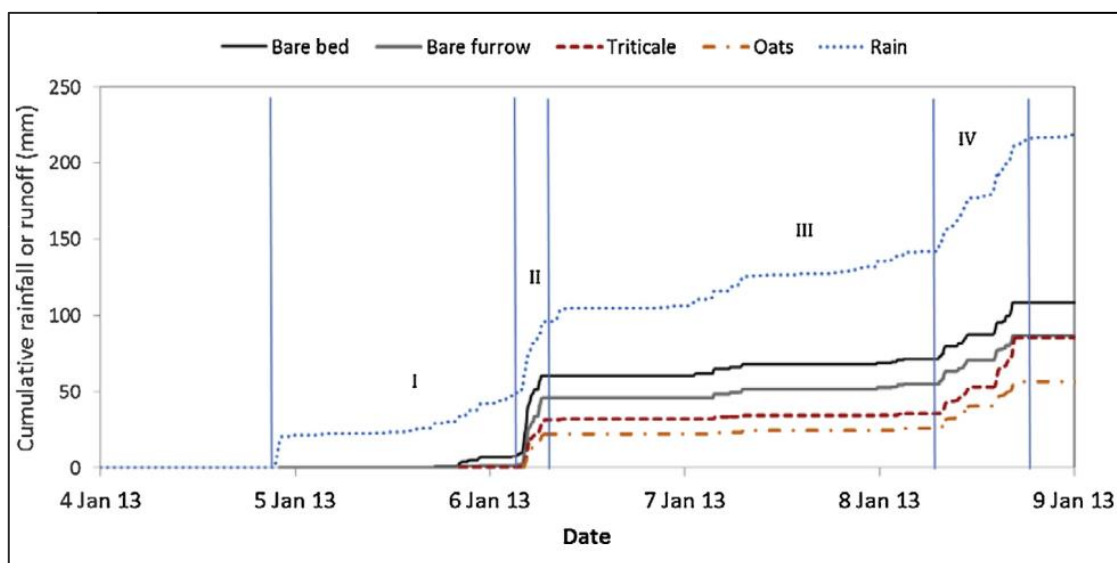
אלו נתמכים במחקרים עולמיים המראים כי קצב איבוד הקרקע בשטחים חקלאיים גדול בהרבה

מקצב היווצרותה (Montgomery, 2007; Eshel and Egozi, 2013). אחד הפתרונות להתמודדות עם בעיות של סחף קרקע הינו חיפוי קרקע ו/או כיסוי צמחי לצורך הפחתת אפקט האנרגיה הקינטית של טיפות הגשם. בצורה כזו, פוחתת ההפרה של תלכידי הקרקע והיווצרות הקרום הבלתי חדיר למים. במחקר שנערך בשדה תפוחי אדמה באזור השרון, נעשה שימוש בכיסוי צמחי ונמדדו כמויות הסחף והנגר. מתוצאות המחקר עולה כי סחף הקרקע פחת ב – 95% **וסך הנגר העילי פחת ביותר מ -60%** (Eshel et al., 2015).

מחקר באקלים ים תיכוני בספרד הראה תוצאות דומות עם הפחתה של עד 82% בכמות הסחף (Garcia et al., 2010) ובכ-77% בכמות הנגר. כמו כן, זמן ההופעה של הנגר במוצא הניקוז לאחר שימוש בצמחייה היה ארוך פי 7 מאשר על קרקע חשופה (איור 8).

להתפתחות של נגר וסחף השפעות נרחבות על הסביבה. משטחים תורמי נגר וסחף גורמים לסתימות של מערכות ניקוז, הצפות ופחיתה בהעשרה של מי התהום. מיתון אפקט הנגר והסחף אפשרי באמצעות כיסוי קרקע צמחי (איור 9) והינו אינטרס כלכלי וסביבתי מובהק המעוגן גם במדיניות התכנון בישראל (מדריך לתכנון ובנייה משמרת נגר עילי, משרד השיכון, המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר 2004).

איור 8 - עובי הנגר והגשם (בכחול מקווקו) בטיפולי כיסוי צומח שונים במהלך סופת גשם בינואר 2013 (Eshel et al., 2015)



איור 9 - כיסוי צמחי בשטחי חקלאות



4.3 אמצעים להשהיית נגר

בתכנית זו מומלצות מספר שיטות על מנת להשהות נגר. שילוב של כיסוי צמחי, גדודיות ומאגר השהייה מאפשר וויסות נגר במוצא התכנית. מיקום הפתרונות המוצעים מופיע בתשריט הניקוז המצורף לנספח זה. פירוט האמצעים ונפח ההשהייה הפוטנציאלי מופיעים בטבלה 5 שלהלן:

טבלה 5 - פוטנציאל שימור נגר בתחום המתקן

שם האמצעי	תיאור	ממדי השהייה	השהייה בתכנית	הערה
כיסוי צמחי	זריעה של צמחייה נמוכה או עידוד של מצאי הזרעים הקיים על פני 80% משטח המתקן	השהייה בנפח של כ-12 מ"ק לדונם	יישום כיסוי צמחי בשטח של כ-117 דונם. שה"כ נפח השהייה של 1,401 מ"ק	פתרון משטחי (איור 9)
גדודיות	סוללות עפר סגורות ונמוכות. גובה הסוללה 0.3 מ', אורך 10 מ' במרחקים של 4 מ' לאורך המדרון	גובה איגום 0.15 מ', אורך 3 מ' רוחב 10 מטר	ביצוע על שטח של כ-10 דונם (השהייה של 112 מ"ק לדונם) שה"כ נפח נגר של 1,120	פתרון משטחי, היישום באמצעות מפלסת (מוטורגרידר) (איור 12)
שטח השהייה	שטח מוגדר להשהייה ואיגום של נגר בסמוך לנקודת המוצא	שטח של 1 דונם, עומק 0.4 מ'	ביצוע על שטח של כ-1 דונם. שה"כ נפח השהייה של 400 מ"ק	איור 10

סה"כ נפח השהייה 2,921 מ"ק

4.4 השפעת התכנית על ספיקה ונפח הנגר

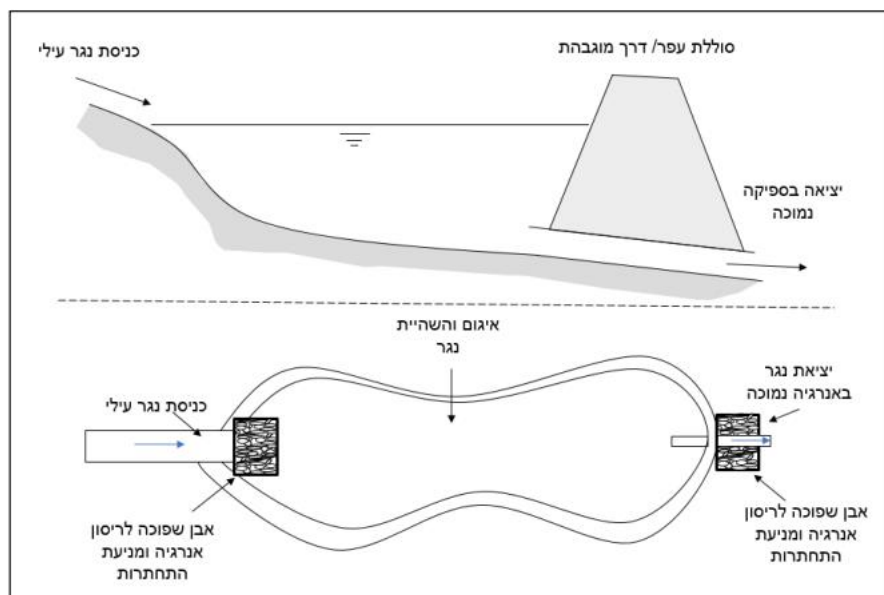
מכיוון שהפאנלים הסולאריים הינם אטומים לגשם, הצבתם מורידה את השטח הפנוי לחלחול מי נגר, ועל כן מקדם הספיקה של השטח גדל מה שמביא לעלייה בספיקה. בטבלה 3 ניתן לראות את השפעת התכנית על ספיקות התכן במצב המתוכנן. בהתאם לתכנון, מקדם הספיקה המשוקלל יהיה 0.75. ספיקת השיא הכוללת משטח התכנית עולה מ-2.24 מ"ק/שניה ל-2.69 מ"ק/שניה בסה"כ, ונפח הנגר המשווער יעלה ל-2,421 מ"ק. עודף הנגר עקב שינוי שימושי הקרקע הוא כ-407 מ"ק (עבור הסתברות של 5%). מערכת וויסות והשהיית הנגר המתוכננת בגבול התוכנית צריכה להתאים לנפח זה על מנת שלא להשפיע על מערכת הניקוז במורד התוכנית.

4.5 פרטים עקרוניים למתקני שימור וניקוז

שימור נגר במתקן ניתן לבצע בדרכים שונות בהתאם לתכנון המפורט לעת הביצוע, להלן מספר פרטים עקרוניים לביצוע באתר:

1. שטח להשהיית נגר (איור 10) הינו האמצעי האחרון לניהול נגר לפני יציאתו משטח המתקן. מדובר בשקע בעל מימדים רחבים ככל שהשטח מאפשר, המקבל מי נגר מתעלות ניקוז. באירוע שיא מתמלא הבור ומאפשר חלחול וגלישה בספיקת מים נמוכה יותר מהכניסה. אבן שפוכה בכניסה וביציאה מקטינות את עצמת הנגר ומונעת אירוזיה של המתקן.

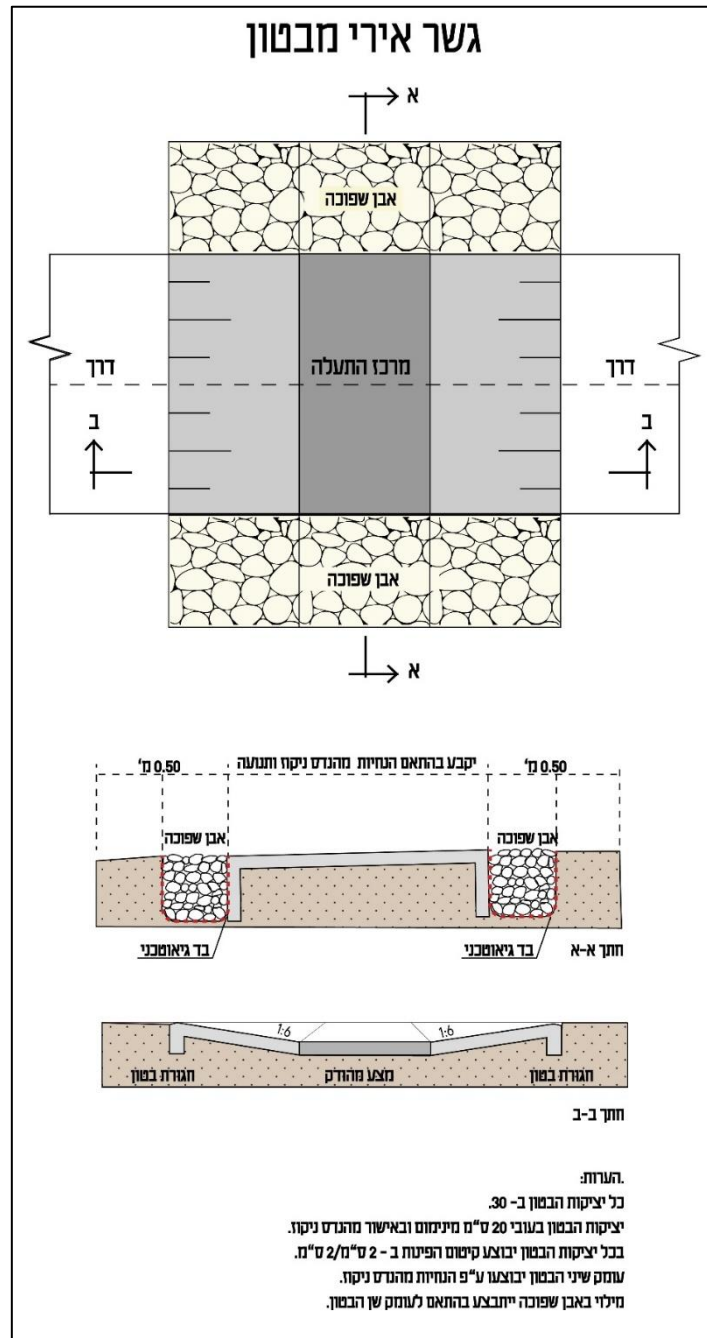
איור 10 - פרט עקרוני למתקן השהיית נגר





2. מעביר אירי (איור 11) הינו מתקן שנעשה בו שימוש כאשר יש ערוץ מים החוצה כביש או דרך. המתקן כולל אזור מונמך על מנת לאפשר את המשך הזרימה הטבעית של הנגר בערוץ, כאשר בכניסה והיציאה מוסיפים אבן שפוכה בכדי להקטין את עוצמת הנגר ולמנוע אירוזיה של המתקן.

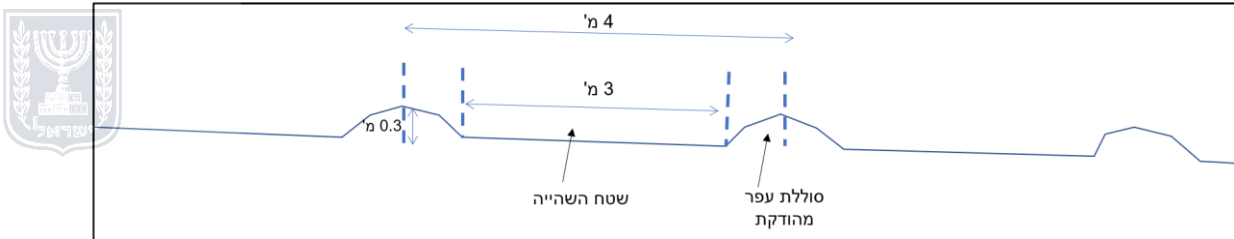
איור 11 - פרט עקרוני לתכנון מעביר אירי





3. גודדיות (איור 12) מקטינות את אנרגיית הנגר וסחיפת הקרקע ע"י קיטוע של המדרון, מה שמגביר את חלחול ושימור הנגר. יישום הגודדיות צריך להיות במקביל לקווי הגובה בכדי לאפשר איסוף ושימור של נגר המגיע מהמדרון שמעל. בהשוואה לש"חים, הגודדיות הן צפופות יותר במרחב. היישום בשטח נעשה באמצעות מפלסת (מוטורגרידר).

איור 12 - פרט עקרוני לתכנון גודדיות



5 אמצעים למניעת נזקים



5.1 תיאור האמצעים להגברת חלחול

שימוש בצמחייה מקומית בשטח התכנית בין הפאנלים צפוי להוריד משמעותית את כמויות הנגר הצפויות להתקבל משטח זה. הצמחייה מונעת את איטום הקרקע ומגדילה את חספוס הקרקע, מה שמוביל להגדלת זמן הריכוז של הנגר והקטנה של ספיקות המים, ואלו מגבירים את החלחול של הנגר. ייצוב של ערוצי הזרימה בעזרת צמחייה יביא להורדה באנרגיית הנגר והגדלה של זמן הריכוז, מה שיתרום גם להגברת החלחול וגם להקטנת סחיפת הקרקע.



5.2 פירוט השינויים

- יש לאפשר זרימה משטחית של נגר אל תוך שטח התכנית ובין אגני המשנה.
- יש להוסיף שטח להשהיית נגר לפני נקודת מוצא 1, ממערב לכביש ההיקפי. שטח ההשהייה יתוכנן לנפח של כ-400 מ"ק (בתשריט המוצע – שטח של 1,000 מ"ר עם עומק של 0.4 מ').
- יש להוסיף מעביר אירי בנקודת מוצא 1, בנקודת המפגש של הכביש ההיקפי עם ערוץ המים הטבעי שחוצה את התכנית על מנת לאפשר מעבר חופשי של נגר.
- יש להוסיף אמצעי לריסון אנרגיית נגר ביציאה מנקודת מוצא 1, בצמוד לסופו של המעביר האירי.





5. מומלץ להוסיף גדודיות על מנת להפחית את אנרגיית הנגר במדרונות התלולים יותר שבשטח התכנית, כלומר בקצוות הדרום-מזרחיים והצפון-מערביים של אגן A (מסומן בתשריט הניקוז). סוללות העפר יהיו בגובה 0.3 מ', אורך 10 מ' ובמרחקים של 4 מ' אחד מהשני לאורך המדרון. סה"כ הגדודיות יתפרשו על שטח של כ-10 דונם, עם נפח להשהייה של כ-1,120 מ"ק.

6. יש לעשות עבודות תחזוקה שיבטיחו כי מעביר המים מתחת לכביש 40 אינו חסום ומתאפשר מעבר חופשי של נגר מזרחה.



6 סיכום

מתקן פוטו וולטאי איתן מתוכנן על שטח של כ-146 דונם, להספק מרבי של כ-10 מגה וואט AC. התכנית ממוקמת בשטחי המשבצת החקלאית של מושב איתן, מערבית לכביש 40. שטח המתקן מתנקז באופן משטחי אל ערוץ מים טבעי שעובר במרכזו וזורם לכיוון צפון-מזרח. השטח אינו נמצא בתחום ההשפעה של ערוצי נחלים המוגדרים בתמ"א 1. מקדם הספיקה המשוקלל במצב הקיים הוא 0.5. עקב השינוי בשימוש הקרקע מקרקע חקלאית למתקן פוטו-וולטאי, מקדם הספיקה צפוי לעלות ל-0.75. בממוצע, תוספת הנגר הצפויה להתקבל כתוצאה מיישום התכנית היא כ-407 מ"ק.



תכנית הניקוז ממליצה על ביצוע של כיסוי צמחי בשטחי המתקן ועל יישום של גדודיות במדרונות התכנית שיעזרו להקטין את אנרגיית הנגר. נגר בשטח התכנית יזרום גם בצורה משטחית וגם דרך ערוץ המים הטבעי שחוצה אותו. ערוץ המים ינתב את הנגר לשטח השהייה ונקודת מוצא מס' 1, ומשם יצא הנגר מהמתקן דרך מעביר אירי ואמצעי לריסון אנרגיה, אל תעלת הניקוז לאורך כביש 40. כל זאת נעשה על מנת לווסת את זרימת המים בשטח התכנית וביציאתה אל מערכת הניקוז המקומית, וכן לעודד השהייה וחלחול נגר.





8 מקורות מידע

- ממוצעי משקעים 1981-2010, השירות המטאורולוגי.
<http://www.ims.gov.il/IMS/CLIMATE/ClimaticAtlas/RainNormals.htm>
- מדריך לתכנון ובנייה משמרת נגר עילי, משרד הבינוי והשיכון, משרד החקלאות והמשרד לאיכות הסביבה, אוקטובר 2004.
<http://www.sviva.gov.il/infoservices/reservoirinfo/doclib2/publications/p0701-p0800/p0790.pdf>
- ספיקות תכן בהסתברויות שונות, רשות המים.
<http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/Data-Hidrologeime/DocLib6/sfikot-tehen.pdf>
- עוצמות הגשם בישראל, הלוי, ר. ארבל, ש., דוח מסכם עבור נתיבי ישראל 2016.
https://www.iroads.co.il/sites/default/files/vtsmvt_gshm_dvkh_mskm.pdf
- פתרון הנחיות לחישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים לצורך קביעת מימדי מערכת הניקוז בכבישי החברה, פולק שמואל ושמואל ארבל, דוח עבור מע"צ - החברה הלאומית לדרכים בע"מ, ספטמבר 2012.

נספח 1 - קביעת מקדמים אמפיריים לשימוש בנוסחה הרציונלית

טבלה מס' 14: מאפייני אגני ההיקוות, מקדמי ספיקה ומקדמי תיקון לזמן הריכוז המומלצים לשימוש בנוסחה הרציונלית						
מס' קבוצה	שימושי קרקע	צפיפות רשת ניקוז ורמת הסדרה	שיפוע ממוצע של האפיק	חבורת קרקע שולטת (מיון לפי יואל דן)	מקדם הכפלה לזמן ריכוז לפי קירפיד	מקדם ספיקה בהסתברות 1%
1	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע	מפותחת	גדול מ-1%	H _{9,11} , D, E, K, B	0.4	0.75
2	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע	לא מפותחת	קטן מ-1%	H _{1,5} , E, K	(0.6)	0.3
3	קרקעות מחופות היטב, מטעים מבוגרים עם חיפוי נוף נרחב, קרקעות עם אמצעי שימור קרקע	לא מפותחת כלל	גדול מ-1%	B, H, K, E	1.0	0.3
4	שדות בור וחורש ים תיכוני בקרקעות הרריות	מפותחת	גדול מ-1%	M, B, A, D	1.2	0.25
4A	שדות בור וחורש ים תיכוני בקרקעות הרריות	לא מפותחת	גדול מ-1%	M, B, A, D	(1.3)	(0.15)
5	יערות ותיקים וקצירי נגר	-	-	M, B, A	-	0
6	שטחים חקלאים במישורים	לא מפותחת	קטן מ-0.5% גדול מ-0.5%	H _{1,5}	1.1	0.15
7	עירוני	מע' ניקוז משופרת	גדול מ-0.5%	-	0.25	0.6
8	כפרי ועירוני	מע' ניקוז ישנה	קטן מ-0.5%	-	(0.4)	0.3
9	כפרי ועירוני	מע' ניקוז ישנה	גדול מ-0.5%	-	(0.5)	0.5
10	קרקעות מדבריות חשופות	מפותח מאד טבעי	גדול מ-3%	R, X, Y ₃ , M, N, S	0.4	0.9
11	קרקעות מדבריות חשופות	לא מפותחת	קטן מ-3%	Y ₁₋₇	0.8	0.4
12	קרקעות חוליות	לא מפותחת	קטן מ-1%	E ₄ , V ₂	1	0.2



נספח 2 - מקדמי מעבר לחישוב ספיקות שיא בהסתברויות השונות מ-1%.

טבלה מס' 15 : מקדמי מעבר לחישוב ספיקות בהסתברויות שונות

מס' קבוצה	שימושי קרקע	הסתברות 2%	הסתברות 5%	הסתברות 10%
1	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע	0.75	0.45	0.3
2	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע	0.7	0.4	0.25
3	קרקעות מחופות היטב, מטעים מבוגרים עם חיפוי נוף נרחב, קרקעות עם אמצעי שימור קרקע	0.8	0.6	0.45
4	שדות בור וחורשים תיכוניים בקרקעות הרריות	0.75	0.5	0.3
5	יערות ותיקים וקצירי נגר			
6	שטחים חקלאים במישורים	0.9	0.7	0.5
7	עירוני	0.9	0.8	0.7
8	כפרי ועירוני	0.9	0.6	0.5
9	כפרי ועירוני	0.9	0.7	0.6
10	קרקעות מדבריות חשופות	0.6	0.25	0.15



נספח 3- סוגי חבורות קרקע ומקדמי הנגר (מתוך "הנחיות לבנייה משמרת נגר בתחנות רכבת ומתחמי מסילה - מדריך תכנון")

סימול	שם	מקדם נגר	מידת התאמה לחלחול נגר
A1	טרה-רוסה על מדרונות תלולים	0.12	מתאים חלקי
A2	טרה-רוסה על מדרונות מתונים עד תלולים	0.14	מתאים חלקי
A3	טרה-רוסה ורנדזינה על מדרונות תלולים	0.16	מתאים חלקי
A4	טרה-רוסה ורנדזינה על מדרונות מתונים עד תלולים	0.16	מתאים חלקי
A5	טרה-רוסה אדומה על מדרונות תלולים	0.14	מתאים חלקי
A6	טרה-רוסה אדומה על מדרונות מתונים עד תלולים	0.16	מתאים חלקי
A7	גרומוסול חום, קרקעות קולוביות – אלוביות אדומות וטרה-רוסה	0.17	מתאים חלקי
A8	קרוסונזים וטרה-רוסה		מתאים חלקי
B1	רנדזינה חומה על מדרונות תלולים	0.16	מתאים חלקי
B2	רנדזינה חומה על מדרונות מתונים עד תלולים	0.25	מתאים חלקי
B3	רנדזינה חומה ורנדזינה בהירה על מדרונות תלולים	0.16	מתאים חלקי
B4	רנדזינה חומה ורנדזינה בהירה על מדרונות מתונים עד תלולים	0.16	מתאים חלקי
B5	קרקעות קולוביות-אלוביות ורנדזינה	0.16	מתאים חלקי
B6	גרומוסול חום ורנדזינה חומה	0.20	מתאים חלקי
B7	קרקעות חומות-כהות גרומוסוליות ורנדזינה חומה	0.16	מתאים חלקי
C1	רנדזינה בהירה על מדרונות תלולים	0.01	מתאים חלקי
C2	רנדזינה בהירה על מדרונות מתונים עד תלולים	0.18	מתאים חלקי
D1	פרוטוגרומוסול בזלתי	0.75	לא מתאים
D2	פרוטוגרומוסול ורנדזינה אפורה	0.75	לא מתאים
D3	גרומוסול חום-שחרחר בזלתי ופרוטוגרומוסול בזלתי	0.15	מתאים חלקי
D4	גרומוסול חום-אדום בזלתי ופרוטוגרומוסול בזלתי	0.15	מתאים חלקי
E1	קרקעות אלוביות חמריות וגלי	0.28	מתאים
E2	פרה-רנדזינה	0.24	מתאים
E3	חמרה	0.38	מתאים
E4	חמרה חולית	0.08	מתאים
H1	גרומוסול חום אלובי	0.44	לא מתאים
H2	גרומוסול חום וחום-שחרחר אקומולאטיבי על גבעות	0.90	לא מתאים
H3	גרומוסול חום אקומולאטיבי מכיל גיר וקרקעות חומות כהות ריזואליות	0.90	לא מתאים
H4	גרומוסול הידרומורפי וגלי גרומוסולי	0.80	לא מתאים
H5	גרומוסול חום אלובי וגרומוסול הידרומורפי	0.80	לא מתאים
H6	קרקע קולובית-אלובית בהירה, קרטונית		לא מתאים
H7	קרקע קולובית-אלובית וגרומוסול	0.40	לא מתאים
H8	קרקעות אורגניות		לא מתאים
H9	גרומוסול חום-שחרחר בזלתי וגרומוסול חום	0.75	לא מתאים
H10	גרומוסול חום-שחרחר בזלתי		לא מתאים
H11	גרומוסול חום-אדום בזלתי	0.90	לא מתאים
H12	נאז צרורי חרסיתי וחמרה חומה צרורית חרסיתית		לא מתאים
K1	קרקעות חומות-כהות גרומוסוליות אלוביות וקרקעות אלוביות חומות-כהות סילטיות	0.29	אין מידע
K2	קרקעות חומות-כהות גרומוסוליות	0.50	אין מידע
K3	קרקעות חומות-כהות גרומוסוליות וקרקעות חומות-כהות ריזואליות	0.29	אין מידע
K4	סין חרסיתי קולובי-אלובי רנדזיני, מכיל גיר		אין מידע
L1	סין חרסיתי אלובי חום גיר וסין אלובי חום סילטי גיר	0.20	אין מידע
L2	סירוזיום גיר	0.20	אין מידע
L3	סירוזיום גיר, גרומוסול הידרומורפי חורי וגרומוסול גיר	0.20	אין מידע
L4	גלי אגמי	0.20	אין מידע



סימול	שם	מקדם נגר	מידת התאמה לחלחול נגר
M1	ליתוסול חום וליתוסול קולובי אלובי	0.20	אין מידע
M2	קרקעות חומות-בהירות ולסיות וליתוסול חום	0.20	אין מידע
N1	לס של הנגב הצפוני (אזור הקרקע החומה)	0.90	אין מידע
N2	קרקעות חומות-בהירות לסיות ולס	0.90	אין מידע
N3	קרקעות חומות-בהירות לסיות קרקעות חומות-בהירות קוואציות-פסמיות רזידואליות ולס		אין מידע
N4	קרקעות חומות-בהירות לסיות וקרקעות חומות-כהות גרומוסוליות	0.90	אין מידע
N5	רגוסול לסי ולס		אין מידע
R1	לס של שפלת הנגב והר הנגב (אזור הסירזיום)	080	אין מידע
R2	סירזיום לסי ולס	080	אין מידע
R3	סירזיום לסי וקרקעות חומות-בהירות קוואציות-פסמיות רזידואליות	080	אין מידע
R4	לס ואלוביות מדברי גס	080	אין מידע
R5	סירזיום אבנוני ולס	080	אין מידע
R6	סירזיום אבנוני חול וחול אלובי איאולי	080	אין מידע
R7	סירזיום אבנוני	080	אין מידע
S1	סלעים חשופים ולס	0.20	אין מידע
S2	סלעים חשופים ליתוסול חום ולס	0.20	אין מידע
S3	ליתוסול מדברי רנדזיני	0.20	אין מידע
S4	סירזיום לסי וליתוסול חום	0.20	אין מידע
T1	לס וקרקעות חוליות		אין מידע
T2	חול "גבולות" וקרקעות חומות-בהירות קוורציות-פסמיות רזידואליות		אין מידע
T3	חול איאולי וליתוסול מדברי רנדזיני חולי		אין מידע
T4	חול "גבולות" וסירזיום אבנוני		אין מידע
T5	סלעים חשופים וחול איאולי		אין מידע
V1	חול נודד, שדות חול ופרה-רנדזינה	0.00	מתאים
V2	חול נודד ושדות חול	0.00	מתאים
V3	חול נודד ואלוביום לסי	0.00	מתאים
W1	רגוסול לסי ורגוסול חרסיתי	0.50	אין מידע
W2	רגוסול חולי, רגוסול חמרי ורגוסול חרסיתי	0.50	אין מידע
W3	ליתוסול מדברי רנדזיני אפור	0.50	אין מידע
X1	סלעים חשופים ואלוביום מדברי גס	0.40	אין מידע
X2	רג וסלעים חשופים	0.40	אין מידע
X3	ליתוסול מדברי גירי	0.40	אין מידע
X4	ליתוסול מדברי גירי וגבעות קירטוניות וחוריות	0.40	אין מידע
X5	רג ליתוסולי	0.40	אין מידע
X6	רג ליתוסולי ולס	0.40	אין מידע
Y1	אלוביום מדברי גס		אין מידע
Y2	רג רגוסולי ואלוביום מדברי גס		אין מידע
Y3	רג רגוסולי ורגוסול אבנוני		אין מידע
Y4	אלוביום מדברי גס ורגוסול אבנוני		אין מידע
Y5	אלוביום חולי אבנוני		אין מידע
Y6	רג רגוסולי חולי, חול אלובי וחול איאולי		אין מידע
Y7	סולונצ'ק חורי		לא מתאים
Z1	אלוביום לסי		לא מתאים
Z2	סולונצ'ק		לא מתאים



נספח 4 - נספח מנחה להכנת נספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז

נספח 4' - הנחיות להכנת מסמך ניהול נגר

1. כללי (כל התכניות)

מסמך לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז לתכנית ייערך בהתאם להנחיות הבאות:

- המסמך יוגש באחריות עורך התכנית.
- המסמך יוכן בהתאם לתכניות אב לניקוז או תכניות אב אגניות.
- המסמך יתייחס לכל המרכיבים בתכנית שיש להם השפעה על ניהול נגר ועל מערכת הניקוז הקיימת.
- המסמך יכלול רשימת מקורות המידע ונתונים ששימשו את מכיני המסמך.

2. נתוני הרקע (כל התכניות)

מסמך ניהול הטיפול במי נגר עילי ובמערכות ניקוז יכלול את המידע הממופה ותיאור מידע רלבנטי כדלקמן:

- מפה טופוגרפית מעודכנת מאת המרכז למיפוי ישראל, בקנה מידה המתאים לרמת פירוט התכנית, המציגה את תחום התכנית על רקע אגני ההיקוות, בהדגשת הנחלים ופשטי ההצפה, מערכת הניקוז וקווי תשתיות, מסילות ברזל ודרכים.
- מפת שימושי קרקע, מפת ייעודי קרקע לפי תכניות מאושרות ומפה טופוגרפית בתחום התכנית וסביבתה בקנה המידה המתאים לרמת פירוט התכנית ובטווח הרלבנטי לנושא פתרון הניקוז המוצע.
- תיאור הסביבה וציון נושאים אופייניים לאזור כגון שמירה על ערכי טבע ונוף, סחף קרקע, הצפות, ניקוז לקוי וכדומה.

3. הנחיות (תכנית מתארית)

- 3.1 סיווג הקרקע לפי מפות מדרוך "חברות הקרקע" (1975) בקנ"מ 1: 50,000 או לפי מפות הסקר הארצי (1955) בקנ"מ 1: 20,000.
- 3.2 בהעדר הנתונים ההידרולוגיים הנדרשים, יוכן סקר הידרולוגי שיכלול:
 - א. משטר הגשמים
 - ב. כושר החידור של הקרקע
 - ג. מיקום תחנות הידרומטריות בתחום ההתנקזות הנדון ובסביבתו
 - ד. נתונים מדודים של ספיקות מים ונפחי זרימה בתחום ההתנקזות הנדון ובסביבתו
 - ה. סקירת הצפות קודמות בתחום התכנית ובשטחים גובלים

4. הנחיות (תכנית מפורטת)

- 4.1 חישוב ספיקת התכן בנחלים שבתחום התכנית יתבסס על הטבלה הבאה או על פי עדכונים כפי שיעודכנו מעת לעת על-ידי אגף שימור קרקע במשרד החקלאות ופיתוח הכפר:
- 4.2

השימוש בשטח	תקופת חזרה בשנים	הסתברות מירבית לאירוע בשנה מסוימת
חקלאות: גידולי שדה ומטעים, פארקים	10	10%
בתי צמיחה	25	4%
כבישים ומסילות ברזל*	לפחות 50	2% לכל היותר
סוללות מאגרים וסכרים**	100	1%
מערכת הגנה על שטחים מבוזגים**	100	1%
תיעול עירוני (רחובות, מגרשי חניה, חצרות בתים וכדומה)	5 עד 50	20% עד 2%
קביעת גובה 0.0 לבתים**	100	1%
מתקן הנדסי בתוך הנחל	לפחות 50	2% לכל היותר
הגנה על מתקנים אסטרטגיים**	100	1%

*הצפת מיסעות וגשרים לפי תקני מע"צ ורכבת ישראל



**בכל מקרה שיש סיכון של ממש לחיי אדם, הסתברות התכנון תהיה 1% ומטה בהתאם לדרגת הסיכון וחומרת הנזק.

- 4.3 חישוב ספיקת התכן בנחלים שבתחום התכנית יבוצע לשני מצבים: למצב קיים בשטח לפני השינויים המתוכננים ולמצב מוצע, לאחר השינויים המוצעים.
- 4.4 לחישוב ספיקת התכן בנחלים שבתחום התכנית מומלץ להתבסס על מספר מודלים הידרולוגיים מקובלים.
- 4.5 תיאור מערכת הניקוז הקיימת בתחום התכנית יכלול את מידות הנחלים, שיפועי אורך, חתכי רוחב, ציפוי קרקעית הנחלים ומבנים בתוך הנחלים (מפלים, ביצור דופן וכדומה), מוצא מערכת הניקוז הקיימת במורד, חישוב כושר ההולכה של הנחלים הקיימים, ותיאור מנגנון תחזוקת הניקוז הקיים בתחום התכנית.
- 4.6 תוכן תכנית של פשטי ושטחי הצפה בהתאמה לטבלה בסעיף 2.6.

5. תיאור התכנית המוצעת

- 5.1 התכנית תוצג על גבי מפה טופוגרפית בקנה מידה המתאים לרמת פירוט התכנית ובטווח הרלבנטי לנושא הניקוז ותכלול:
 - א. גבולות אגני ניקוז ותת-אגנים בתחום התכנית, קווי ניקוז, תוואי תעלות ומובילי מים סגורים וחיבורם לנחלים.
 - ב. חיבור מוצאי הנחלים בתכנית לנחל המסוגל לקלוט את כל הנגר החזוי ע"פ ספיקות התכן המחושבות. התכנית תציין ותפרט את נתיבי זרימת הנגר בתחומה.
 - 5.2 חתכי אורך ורוחב אופייניים של הנחלים המתוכננים הכוללים את הנחל ותחום 20 מטר מכל צד של הנחל.
 - 5.3 שרטוטים של מתקנים, במידה ומוצעים, הקשורים בנחלים כגון מעבירי מים, סוללות, תעלות, מתקני קליטת מים, מפלים ומבנים הידראוליים אחרים.
 - 5.4 המפרטים הטכניים המתייחסים לאמצעי ייצוב לנחלים והגנה על מתקנים.
 - 5.5 נתוני תכנון הנחלים ירוכזו ויוצגו בשתי טבלאות:
 - ג. טבלת סיכום שתכלול: מסי' תת-אגן ההיקוות, שטח האגן, שטח פתוח, שטח בנוי, ספיקת התכן בהסתברויות השונות, אורך קטע הנחל ורוחב בין הגדות.
 - ד. טבלה מפורטת לכל אגן וקטעי נחל (החלוקה לקטעים לפי שינויים בולטים בשיפוע האורכי או כניסת נחלים נוספים) שתכלול: זיהוי נחל והקטע, גודל אגן ההיקוות המתקן לקטע, ספיקת התכן, הספיקה המרבית שיכולה לעבור בנחל (חתך זרימה שכולל את הבלט), שיפוע אורכי מתוכנן, צורת חתך הנחל ושיפועי הדפנות, מהירות הזרימה המחושבת, גובה המים בספיקת התכן – בלט מיינמלי, אמצעי ייצוב הנחל בהתאם למהירות המותרת והעירות.
 - 5.6 התכנית תכלול חישובים הידראוליים של מערכת הניקוז המוצעת ותכנון מבנים כגון גשרים, מפלים וכדומה, לרבות קביעת גובה 0.0 לרצפת המבנים.
 - 5.7 יינתנו הנחיות להכנת תכנית הניקוז המפורטת. תכנית ניקוז מפורטת תוכן יחד עם תכנית פיתוח השטח המתוכנן. ביצוע התכנית בפועל יהיה תנאי למתן היתרי בניה.
 - 5.8 קביעת גובה מיינמלי, מעל רום שיטפון החזוי בהסתברות מוגדרת, לרצפת מבנים, לדרכים ולמתקנים הנדסיים.

6. הנחיות (תכנית מתארית) - השפעות צפויות על הסביבה

- 6.1 נפח האיגום או ההצפה הצפוי, תדירות ההצפה ומשכה החזוי.
- 6.2 תוספת או הפחתת הנגר הצפוי כתוצאה מביצוע התכנית.
- 6.3 ההשפעות של פתרונות הניקוז המוצעים על שטחים גובלים ועל שטחים במורד אגן ההיקוות כתוצאה משינויים במשטר הנגר עקב ביצוע התכנית.
- 6.4 ההשפעות של פתרונות הניקוז המוצעים על אפיק הנחל, גדותיו וסביבתו.
- 6.5 ההשפעות על תחום התכנית בשל נגר המגיע אליה ממעלה אגן ההיקוות.



7. הנחיות כלליות (כל התכניות)

7.1 אמצעים למניעת נזקים

תכנון אמצעים למזעור השפעת התכנית על הסביבה תוצג על גבי מפה טופוגרפית בקנה מידה המתאים לרמת פירוט התכנית ובטווח הרלבנטי לנושא הסביבה ויכלול:

- א. תיאור האמצעים להגברת החלחול בשטח בנוי במטרה להקטין את כמויות המים המגיעות למערכות הניקוז האזוריות, להקטין עלויות פעולות הניקוז ולהעשיר את מי התהום.
- ב. פירוט השינויים הנדרשים במערכת הניקוז הקיימת כדי לקלוט את מי הנגר הנוספים, באם ישנם. השינויים יתואמו עם רשות הניקוז או הרשות המקומית הרלבנטית.
- ג. פירוט האמצעים לצמצום פגיעה בטבע ובנוף, באתרי עתיקות, באפיק הנחל ובשטחים גובלים, לרבות שטחים חקלאיים ושטחים שאינם מבוזרים, כתוצאה מפתרונות הניקוז המוצעים בתכנית.
- ד. המלצות להוראות התכנית שיבטיחו צמצום נזקי הצפות, שיטפונות וסחף וטיפול בנגר שמקורו בתחום התכנית.

8. הנחיות כלליות (תכנית מתארית)

8.1 תוכן תכנית שצ"פים ושטחים פתוחים הפנויים בתכנית תת-קרקעית שתכלול:

- א. מפת מיקום והיקף השטח הנדרש להשגיה ולאיוגום הנגר על פי הנפח המתוכנן.
- ב. במפת התכנית יסומנו קידוחי החדרה ככל שיתוכננו בצירוף חתך גאולוגי ומפרט טכני של הקידוח, כל אלה באישור רשות המים.
- ג. תכנית שצ"פים ושטחים פתוחים הפנויים מתכנית תת-קרקעית תהווה חלק בלתי נפרד מתכנית הניקוז המפורטת ומרכיב מחייב בתוכנית הפיתוח.
- ד. שלבי ביצוע התכנית יתאמו עם שלבי ביצוע התכנית הסטטוטורית, יפורטו בהוראות התכנית כמרכיב מחייב.

8.2 פתרון קצה למערכת הניקוז המתוכננת ייכלל בקו הכחול של התכנית.